

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-088682  
(43)Date of publication of application : 04.04.1995

(51)Int.Cl.

B23K 35/28  
B23K 1/00  
B23K 31/02  
B23K 35/22  
C22C 21/00  
F28F 21/08

(21)Application number : 05-228259  
(22)Date of filing : 20.08.1993

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE  
(72)Inventor : HIRANO YOJI  
DOKOU TAKENOBU  
OKADA KOJI

(54) MANUFACTURE OF ALUMINUM ALLOY BRAZING FILLER METAL AND HEAT EXCHANGER MADE OF ALUMINUM ALLOY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide manufacturing methods of an aluminum alloy brazing filler metal for manufacturing a heat exchanger made of an aluminum alloy excellent in heat efficiency and having high strength by brazing process and the heat exchanger using the same.

CONSTITUTION: (1) This aluminum alloy brazing filler metal consists of  $7.0 < \text{Si} \leq 12.0 \text{wt.}\%$ ,  $0.1 < \text{Cu} \leq 0.5 \text{wt.}\%$ ,  $0.5 < \text{Zn} \leq 6.0 \text{wt.}\%$  and the balance Al with inevitable impurities. (2) At the time of manufacturing the heat exchanger made of the aluminum alloy by brazing, brazing is executed at  $570-585^{\circ} \text{C}$  using of the aluminum alloy brazing filler metal.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-88682

(43)公開日 平成7年(1995)4月4日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 35/28	3 1 0 A			
1/00	3 3 0 L	8727-4E		
31/02	3 1 0 J	8315-4E		
35/22	3 1 0 E			
C 2 2 C 21/00	D			

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-228259

(22)出願日 平成5年(1993)8月20日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 平野 洋二

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河アルミニウム工業株式会社内

(72)発明者 土公 武宜

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河アルミニウム工業株式会社内

(72)発明者 岡田 光司

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河アルミニウム工業株式会社内

(54)【発明の名称】 アルミニウム合金ろう材およびアルミニウム合金製熱交換器の製造方法

(57)【要約】

【目的】 熱効率に優れ、高強度のアルミニウム合金製熱交換器をろう付工法により製造するためのアルミニウム合金ろう材およびそれを用いた熱交換器の製造方法を提供する。

【構成】 (1) 7. 0wt%を超え、12. 0wt%以下のS i、0. 1wt%を超え、0. 5wt%以下のC u、0. 5wt%を超え6. 0wt%以下のZ nを含有し、残部A lと不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろう材。

(2) アルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、上記のアルミニウム合金ろう材を用い、570~585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 7. 0wt%を超え、12. 0wt%以下の Si、0. 1wt%を超え、0. 5wt%以下の Cu、0. 5wt%を超え 6. 0wt%以下の Zn を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろう材。

【請求項 2】 アルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、7. 0wt%を超え、12. 0wt%以下の Si、0. 1wt%を超え、0. 5wt%以下の Cu、0. 5wt%を超え 6. 0wt%以下の Zn を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金ろう材を用い、570～585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アルミニウム合金ろう材およびアルミニウム合金製熱交換器の製造方法に関するものであり、さらに詳しくは、熱効率に優れ、高強度のアルミニウム合金製熱交換器をろう付工法により製造するためのアルミニウム合金ろう材およびそれを用いたアルミニウム合金製熱交換器の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術とその課題】ラジエーター等の熱交換器は例えば図 1 に示すように複数本の扁平チューブ 1 の間にコルゲート状に加工した薄肉フィン 2 を一体に形成し、該扁平チューブ 1 の両端はヘッダー 3 とタンク 4 とで構成される空間にそれぞれ開口しており、一方のタンク側の空間から扁平チューブ 1 内を通して高温冷媒を他方のタンク 4 側の空間に送り、扁平チューブ 1 および薄肉フィン 2 の部分で熱交換して低温になった冷媒を再び循環させるものである。このような熱交換器のチューブ材およびヘッダー材は例えば JIS 3003 合金を芯材とし、該芯材の内側、すなわち冷媒に常時触れている側には犠牲材として JIS 7072 合金を、そして、該芯材の外側には、通常 JIS 4045 合金等のろう材をクラッドしたブレージングシートを用い、コルゲート加工を行ったフィン材等の他の部材とともに、ブレージングにより一体に組み立てられている。

【0003】また、図 2 はサーペントインタイプのコンデンサーであるが、熱間または温間で管状に押し出し成形した管材 5 を蛇行状に折り曲げ、管材の間にブレージングシートからなるコルゲートフィン 6 を取付けたものである。ここで 7 はコネクターを示す。管材には JIS 3003 合金等が用いられ、フィンには JIS 3003 合金やそれに犠牲効果を与える目的で Zn 等を含有した合金を芯材とし、JIS 4045 合金や JIS 4343 合金等のろう材を両面にクラッドしている。

【0004】これらは、いずれも 600℃付近の温度に

加熱してろう付けするブレージングにより組み立てられるが、ブレージング工法としては、フラックスブレージング法、非腐食性のフラックスを用いたノコロックブレージング法等が行われる。

【0005】ところで、近年、熱交換器は軽量・小型化の方向にあり、そのために材料の薄肉化が望まれている。しかし、従来の材料で薄肉化を行った場合、多くの問題点が生じる。まず、冷媒通路構成部材（チューブ材等）にしても、フィン材にしても材料の肉厚が減少する分強度を向上させる必要があり、高強度合金がいくつか提案されているが十分な強度が得られていない。これは、強度を向上させるためには合金元素の添加が必要であるが、合金元素を添加すると融点が低下し、600℃付近の温度に加熱するブレージング工程の際に熔融してしまうためである。また、犠牲層を有する冷媒通路構成部材では、芯材に Cu を含有した合金を用いるとブレージングの際に Cu が犠牲層に拡散し、犠牲層が犠牲層としての効果を果たさなくなり耐食性が低下する。そのため、強度向上のために添加できる芯材への Cu 添加量は限られてしまう。また、ブレージングの際にフィンが座屈したり、フィンにろうが拡散し熔融してしまう現象は、フィンが薄くなるほど生じやすくなり、ベアのフィンでは 50 μm、クラッドフィンでは 100 μm が薄さの限界とされている。座屈が生じると通風抵抗の増加により熱交換器の熱効率が低下する。さらに材料の薄肉化に伴い、熱交換器の熱効率が低下する問題を解決するために、熱伝導性に優れたフィンの開発がなされており、例えば Al-Zr 系合金のフィン材が提案されている。しかし、そのようなフィン材では強度が低く、さらにろう付加熱時にろうが拡散し易いという問題点がある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明はこれに鑑み、熱効率に優れ、小型、軽量化が可能な高強度のアルミニウム合金製熱交換器を製造するためのアルミニウム合金ろう材およびそれを用いたアルミニウム合金製熱交換器の製造方法を開発したものである。即ち請求項 1 記載の発明は 7. 0wt%を超え、12. 0wt%以下の Si、0. 1wt%を超え、0. 5wt%以下の Cu、0. 5wt%を超え 6. 0wt%以下の Zn を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろう材である。また請求項 2 記載の発明はアルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、7. 0wt%を超え、12. 0wt%以下の Si、0. 1wt%を超え、0. 5wt%以下の Cu、0. 5wt%を超え 6. 0wt%以下の Zn を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金ろう材を用い、570～585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法である。

## 【0007】

【作用】まず、本発明の考え方について説明する。アル

ミニウム合金製熱交換器を上記のようにブレージング工法にて製造する場合、その加熱は通常600℃付近の温度で行われている。この600℃という温度はアルミニウム合金にとってかなり的高温であるため、つぎの4つの問題を生じる。即ち①ろう付加熱中にフィンが座屈する。②合金中の金属間化合物が再固溶してフィンの熱伝導性が低下する。③低融点の高強度合金が使用できない。④犠牲層を有する冷媒通路構成部材では芯材のCuが犠牲層に拡散して耐食性が低下する。発明者らは、これらの問題を解決するために鋭意検討を行い、ろう付け加熱温度を下げることで有効ではないかと考え、ろう付加熱温度を何℃以下に下げたらこのような問題点を解決できるか検討したところ、585℃以下であれば、ろう付中のフィンの座屈が生じにくくなり、熱伝導性の低下がわずかとなり、フィン中のSiの添加量を増やすことで合金の強度を向上できること、さらにCuの拡散量が減り耐食性が向上することを見出した。

【0008】上記4点をさらに詳しく説明する。

① フィンの座屈の大部分は、高温でのフィンの高温クリープ現象を原因として生じるものであるが、この現象は590℃付近を境にこれより高い温度で急激に生じる（フィンが弱くなる）ことを見出した。従って、585℃以下であればこれを原因とする座屈は生じないのである。さらに、フィンにろうが拡散することによる座屈があるが、ろうの拡散は595℃付近を境に、これより高い温度で急激に生じることを見出した。そのため、585℃以下であればろうの拡散は少なくなり、全体としてフィンの座屈は生じにくくなるのである。

② ブレージングを行うフィンの熱伝導性はアルミニウム合金中に析出していた金属間化合物がろう付加熱時に再固溶することで低下するのであるが、加熱温度が高いほど合金元素の固溶限が大きくなりかつ拡散速度が大きくなるので、再固溶は進行しやすくなる。そのため、ブレージング温度を下げることはフィンの熱伝導性を高める効果があることを見出し、585℃以下であれば再固溶の進行速度が小さく、熱伝導性の低下は少ないことを見出した。

③ 強度については、高強度アルミニウム合金としては添加される元素はCu、Mg、Si等があるが、冷媒通路構成部材として用いる場合、耐食性やろう付性を考慮しなければならないし、フィンとして用いる場合、犠牲効果、熱伝導性やろう付性を考慮しなければならない。よって、強度向上のために添加できる元素は限られ、具体的にはSiの添加が有力である。600℃のろう付で添加可能なSi量は1wt%程度であるが、585℃以下では、2.5wt%程度の添加が可能となる。

④ 冷媒通路構成部材として犠牲層を有する材料では、これまで、高強度化が難しかった。それは、高強度化のために、芯材にCuを添加すると冷媒通路構成部材の耐食性が急激に低下するためである。この原因について発

明者らが鋭意検討を行ったところ、芯材中のCuが犠牲層に拡散することおよび犠牲材の成分（例えばZn）が芯材に拡散することで、犠牲層の成分がブレージング前と大きく変化し、これが原因で犠牲効果が減じ耐食性が低下することを見出した。拡散を防止する方法を種々検討したが、高温での原子の拡散が原因で生じるために、通常の方法では防止効果がなく、ろう付加熱温度を低下させることが有効な手段であることを見出し、その温度を検討した。そこで上記①～③の上限温度である585℃と通常のろう付加熱温度である600℃とを比較してみたところ、585℃では600℃と比較して拡散量が減り、耐食性が向上することを見出したのである。

【0009】さて、このように通常のろう付温度より低い温度でろう付を行う方法に、低温ろう付と言われている500℃前後の温度でろう付を行う方法が知られている。この方法はZnを20wt%以上を含有したAl-Zn系合金やZn合金を通常ろうとして用いるために、ろう付後にろう材が腐食されやすいという問題点があり、現実には熱交換器には用いられていない。さらにAl-Zn系合金でZnの添加量が8wt%を超えると圧延性が非常に悪くなり、合わせ圧延によるブレージングシートの製造は不可能であり、工業的に安定して低温ろう付用のブレージングシートを供給する製造方法は確立されていない。そのため、置きろう等としてろうを用いねばならず、製造できる部材の種類は限られている。しかし、発明者らは上記のように低温ろう付よりはるかに高温である585℃程度のろう付温度でも熱交換器の特性向上が可能なことを見出しており、それならば、ブレージングシートとして製造できるろう材の開発が可能であると考えたのである。

【0010】ところで、従来より低融点のアルミニウム合金ろう材として知られている合金がある（例えば特開平3-57588）。これらは、主に鋳物をろう付するために開発されたものであり、多量のCuが含有されていたり、上記のように多量のZnが添加されていたりするため、圧延加工を行うと割れてしまう問題がありブレージングシートの製造ができなかったのである。ブレージングシートとして使用できなければ、工業的に熱交換器を製造するのに実用性が乏しい。本発明ではこのような問題点を解決し、ブレージングシートとして製造可能なろう材を開発したものである。

【0011】ここで、本発明のろう材の合金組成は7.0wt%を超え、12.0wt%以下のSi、0.1wt%を超え、0.5wt%以下のCu、0.5wt%を超え6.0wt%以下のZnを含有し、残部Alと不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金であり、以下にその限定理由を説明する。

【0012】Siの添加は合金の融点を下げるが、その量が7.0wt%以下では十分に融点が低下せず、585℃以下の温度でろう付できない。さらに、その量が1

2. 0wt%を超えると逆に融点が高くなるため、585℃以下の温度でろう付できなくなる。

【0013】Cuの添加は合金の融点を下げ、ろう流れ性を向上させる。さらにろう材中のCuは冷媒通路構成部材にCuを添加した合金を用いる場合に熱交換器の外部耐食性を高める働きを有する。即ち、熱交換器の外部耐食性についてさまざまな検討を行い、ろう材にCuを添加しない場合、冷媒通路構成部材中に添加されているCuがろう付中にろう材に拡散し、ろう材と冷媒通路構成部材との境界に低Cu領域が生じて、そこが優先的に腐食されるため、膨れを伴う激しい腐食を生じることを見出した。本発明ではろう材にCuを添加することで、冷媒通路構成部材からろう材へのCuの拡散を防止し、ろう材と冷媒通路構成部材との境界に低Cu領域が生じないようにし、耐食性を向上させた。ここでCu量が0.1wt%以下では以上の効果が十分でなく、その量が0.5wt%を超えると、ろう材の強度が高くなり、熱間圧延前に芯材の大きさに合わせて切断するときの切断性が劣り、切断刃の磨耗が若干激しくなる。従って、Cuは0.1wt%を超え、0.5wt%以下とする。

【0014】Znの添加は合金の融点を下げる。さらに、本発明のようにCuを添加したろう材では外部腐食による膨れの発生は抑えられるものの、ろう材の電位が芯材の電位より貴になり、外部腐食がピット状に進行し、その速度が速いという問題がある。Znの添加はろう材の電位を芯材の電位に近づけ、耐食性を向上させる。しかし、その量が0.5wt%以下では効果が十分ではなく、その量が6.0wt%を超えとろう材の自己耐食性が低下する上に、合金の圧延加工性が低下し、熱交換器用のブレイジングシートに用いるろう材としては適当ではなくなる。

【0015】本発明ろう材の合金元素は以上の通りであるが、不可避免の不純物として代表的な元素にFeがある。Feは1.0wt%以下であれば含有可能である。しかし、Feはろう材が凝固する際に金属間化合物を形成し、これが腐食の起点となる。そのため、Fe量は0.5wt%以下が望ましい。Fe以外の不可避免の不純物として、他の元素もそれぞれ0.05wt%以下であれば含有してもよい。

【0016】本発明ろう材は、ブレイジングシートとして、アルミニウム合金製熱交換器のろう付に用いられる。ここでいうアルミニウム合金製熱交換器は、ラジエーター、コンデンサー、エバポレーター等が挙げられるがこれらに限定するものでない。ここで本発明ろう材の用途を熱交換器に限定したのは、本発明を実施した場合、材料の熱伝導性の向上効果により熱交換器の熱効率の向上の効果があり、さらに、熱交換器には通常フィン

を有しているが、フィンの耐高温座屈性向上に効果があるためである。この場合、ろう材合金組成は上記のように限定するが、それ以外のフィンや冷媒通路構成部材に用いられるアルミニウム合金の合金組成は特に限定しない。600℃付近の温度でろう付を行うための合金（例えば3003合金をベースに各種元素を添加した合金や1000系の合金）をそのまま用いても構わない。これは、本発明のろう材を用いて585℃以下の温度でろう付を行った場合、フィンの耐高温座屈性および熱伝導性は必ず向上するからである。また、合金の高強度化を狙って、例えば1000系合金や3000系合金でSiを1.2wt%以上添加したアルミニウム合金の使用も可能である。

【0017】本発明では、ろう付温度を570℃以上585℃以下とする。ろう付温度が570℃未満では、本発明のろう材中に溶融しない組成があり、ろう付することができないためである。また、585℃を超えると、材料の熱伝導性が低下し、かつフィンの耐高温座屈性が低下するためであり、さらに、低融点の合金やCuを多量に含有した合金を冷媒通路構成部材に使用できなくなるためである。なお、このようにろう付温度を低下させることで、ろう付炉の寿命が延びるという効果も有する。

【0018】ここで、本発明のろう付条件は上記のように、温度は限定されるが、それ以外の条件は従来とほとんど同様でよい。すなわち、フラックスブレイジング法、非腐食性のフラックスを用いたノクロックブレイジング法等であればよく特に限定するものではない。ろう付前の組み立て、洗浄、場合によってフラックス塗布等は従来通り行えばよい。この場合フラックスは、例えばセシウム系のフラックスを用いれば、本発明の温度域でろう付可能である。また、本発明では、加熱の後の工程は特に限定しない。従来より行われているように、時効処理やフラックス除去や塗装等の工程を行えばよい。

【0019】

【実施例】以下に実施例により本発明を更に具体的に説明する。

【実施例1】表1、表2の合金組成のろう材と芯材からなるブレイジングシートからフィンを作製した。フィンの板厚は0.11mmであり、ろう材はいずれも芯材の両面に10%ずつクラッドしたH14調質である。ろう材合金中の不純物としてFeは1wt%以下、他の元素は0.05wt%以下である。これらを、表3の条件でN<sub>2</sub>ガス中で加熱を行い、垂下試験を行った。垂下試験は突き出し長さ50mmで実施した。結果を表3に記した。

【0020】

【表1】

	No.	ろう材合金組成 wt%				芯材合金組成 wt%									
		Si	Cu	Zn	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zr	Ti	Ni	Zn	In	Al
本発明 例	1	11.0	0.2	1.5	残部	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	残部
	2	10.5	0.4	2.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	3	11.0	0.3	4.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	4	11.0	0.5	1.5	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	5	11.0	0.2	2.5	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	6	10.0	0.3	4.5	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	7	10.0	0.4	4.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	8	9.0	0.3	2.5	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	9	9.0	0.3	5.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	10	11.0	0.5	2.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	11	11.0	0.4	4.0	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	12	10.0	0.2	4.5	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	13	10.5	0.4	2.0	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	14	11.0	0.2	4.0	"	0.5	1.1	—	—	0.03	0.01	—	0.8	0.01	"
	15	10.0	0.3	4.5	"	0.5	1.1	—	—	0.03	0.01	—	0.8	0.01	"
	16	10.5	0.4	2.0	"	0.5	1.1	—	—	0.03	0.01	—	0.8	0.01	"
	17	11.0	0.2	4.0	"	1.4	0.3	0.4	1.2	0.15	0.01	—	2.0	—	"

【0021】

【表2】

	No.	ろう材合金組成 wt%				芯材合金組成 wt%									
		Si	Cu	Zn	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zr	Ti	Ni	Zn	In	Al
本発明 例	18	10.0	0.5	4.5	残部	1.4	0.3	0.4	1.2	0.15	0.01	—	2.0	—	残部
	19	10.5	0.3	2.0	"	1.4	0.3	0.4	1.2	0.15	0.01	—	2.0	—	"
比較例	20	5.5	1.0	2.0	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	21	15.0	0.5	1.0	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	22	10.0	0.2	0.5	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	23	5.5	1.0	2.0	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	24	10.0	0.2	0.5	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"
	25	9.8	—	—	"	0.5	1.1	—	—	0.03	0.01	—	0.8	0.01	"
従来例	26	9.8	—	—	"	1.4	0.3	0.4	1.2	0.15	0.01	—	2.0	—	"
	27	9.8	—	—	"	0.15	0.6	—	—	0.15	0.01	0.2	1.1	—	"
	28	9.8	—	—	"	0.2	0.4	0.05	1.2	—	0.01	—	1.1	—	"

【0022】

【表3】



	No.	ろう付加熱条件	垂下量 mm		No.	ろう付加熱条件	垂下量 mm
本発明 例	1	585℃×5分	7	本発明 例	15	580℃×5分	14
	2	585℃×5分	7		16	580℃×5分	14
	3	585℃×5分	7		17	580℃×5分	6
	4	585℃×5分	7		18	580℃×5分	6
	5	585℃×5分	7		19	580℃×5分	6
	6	585℃×5分	7		20	615℃×5分	50
	7	585℃×5分	7		21	610℃×5分	45
	8	585℃×5分	7		22	600℃×5分	30
	9	585℃×5分	7		23	615℃×5分	45
	10	585℃×5分	7		24	600℃×5分	25
	11	580℃×5分	12	比較例	25	600℃×5分	50
	12	580℃×5分	12		26	600℃×5分	40
	13	580℃×5分	12		27	600℃×5分	30
	14	580℃×5分	14		28	600℃×5分	25
				従来例			

【0023】表3から明らかなように、本発明のろう材を用いた本発明例No. 1～19は従来例および比較例よりも垂下特性が極めて向上している。

【0024】〔実施例2〕表4、表5に示す合金組成のろう材、芯材および犠牲材からなるチューブ材用の板厚0.25mmの3層のブレーシングシートを通常の方法で作製した。ろう材のクラッド率は10%、犠牲材のクラッド率は15%である。また、ろう材中の不純物としては、Feは1wt%以下、他の元素は0.05wt%以下であり、犠牲材中の不純物としては、Fe、Siがそれぞれ0.01～0.2wt%の範囲内で含まれている。これらを、表6の条件でN<sub>2</sub>ガス中で加熱を行った。加熱後のブレーシングシートについて引張試験並びにろう材

部を外側、犠牲材部を内側として、外部耐食性試験および内部耐食性試験を行った。外部耐食性試験は、ろう材の表面中央部のみを露出させ、他の面をすべてシールし、CASS試験(JISH8681)を360時間行い、孔食の発生状態を調べた。結果を表6に記した。内部耐食性試験は、ろう材部をマスキングしたブレーシングシートをCu<sup>2+</sup>イオンを10ppm添加した水道水中に5カ月間浸漬し、80℃×8時間と室温×16時間のサイクル腐食試験を行い、犠牲材表面に発生したピット深さを光学顕微鏡による焦点深度法によって求めた。これらの結果を表6に記した。

【0025】

【表4】

	No.	ろう材合金組成 wt%					芯材合金組成 wt%					犧牲材合金組成 wt%					
		Si	Cu	Zn	Al	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Ti	Al	Mg	Mn	Zn	In	Al
本發明 例	31	11.0	0.2	1.5	殘部	殘部	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	殘部	—	—	3.0	—	殘部
	32	11.5	0.4	2.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	0.5	4.0	—	"
	33	11.0	0.4	4.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	34	10.5	0.3	1.0	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	1.0	—	3.0	0.01	"
	35	11.0	0.5	2.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	36	10.0	0.4	4.0	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	1.1	3.0	—	"
	37	11.0	0.3	4.0	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	1.0	—	3.0	0.01	"
	38	9.0	0.2	1.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	3.0	—	"
	39	9.0	0.4	4.0	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	0.5	4.0	—	"
	40	11.0	0.5	3.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	41	11.0	0.2	2.5	"	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"

	No.	ろう材合金組成 wt%				芯材合金組成 wt%						犠牲材合金組成 wt%				
		Si	Cu	Zn	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Ti	Al	Mg	Mn	Zn	In	Al
本発明例	42	11.0	0.3	1.0	残部	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	残部	—	1.1	3.0	—	残部
	43	11.0	0.2	5.0	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	3.0	—	"
	44	11.0	0.4	2.5	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	45	10.0	0.2	4.0	"	0.2	0.5	0.5	1.1	0.01	"	—	—	1.0	0.01	"
	46	11.5	0.4	4.0	"	0.2	0.5	0.5	1.1	0.01	"	—	—	1.0	0.01	"
	47	9.0	0.3	2.5	"	0.2	0.5	0.5	1.1	0.01	"	—	—	1.0	0.01	"
比較例	48	11.0	0.3	—	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	1.1	3.0	—	"
	49	11.0	—	3.0	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	50	5.5	0.2	2.0	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
	51	10.0	0.2	8.0	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	0.5	4.0	—	"
	52	15.0	0.4	2.5	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	1.0	—	3.0	0.01	"
	53	9.8	—	—	"	1.5	0.3	1.0	1.1	0.20	"	—	—	4.0	—	"
従来例	54	9.8	—	—	"	0.2	0.5	0.5	1.1	0.01	"	—	—	1.0	—	"

【0027】

【表6】

	No.	溶付加 熱条件 ℃ (× 5 分)	引張 強さ MPa	外部耐食性 最大孔食 深さ μm	内部耐食性 最大孔食 深さ μm
本発明 例	31	575	230	80	70
	32	575	230	80	70
	33	575	230	100	70
	34	575	240	70	70
	35	575	230	90	70
	36	575	240	100	70
	37	575	240	80	70
	38	575	230	90	70
	39	575	230	80	70
	40	575	230	80	70
	41	575	230	70	70
	42	575	240	70	70
	43	575	230	100	70
	44	575	230	90	70
	45	575	140	70	70
	46	575	140	80	70
	47	575	140	70	70
比較例	48	575	240	貫通孔食発生	70
	49	575	230	膨れ発生	70
	50	615	溶融したため測定できなかった		
	51	575	230	貫通孔食発生	70
	52	615	溶融したため測定できなかった		
	53	600	溶融したため測定できなかった		
従来例	54	600	140	膨れ発生	貫通孔食発生

【0028】表4、5、6から明らかなように、比較例No. 48はろう材にZnを含有していないものであり、比較例No. 51はろう材にZnを過剰に含有しているものであり、いずれも外部耐食性が低下している。比較例No. 49はろう材にCuを含有していないもので、外部耐食性が低下している。比較例No. 50、52、53は本発明ろう材の合金組成範囲を外れており、585℃以下ではろう材が溶融しないため、600℃以上の温度で加熱を行ったが、芯材が溶融してしまった。従来例No. 54はCuを比較的多く芯材に含有した例であるが、耐食性に劣っている。これに対し、本発明例No. 31～4

7は高強度材の使用が可能であるため、強度が高く、また耐食性にも優れている。

【0029】（実施例3）表7に示す合金組成のろう材と芯材からなるブレージングシートから作製したフィン材とチューブ材、ヘッダー材とを表8に示すように組合せ、図1に示すラジエーターを組み立てた。ろう材中の不純物としてFeは1wt%以下、他の元素は0.05wt%以下である。フィン材はベア材で板厚0.06mmとし、チューブ材は、表7に示す構成の板厚0.3mmのコイル状板材を通常の方法により製造し、このコイル状板材を電線管のサイズに合わせてスリッターして幅35.

0mmの条材にした。この条材を電縫管製造装置を用い、幅16.0mm、厚さ2.2mmの通液管用の電縫管に加工した。また、ヘッダー材はチューブ材と同一の構成の板厚1.0mmのコイル状板材を幅60mmにスリッターしてヘッダー用の条材とした。組み立てられたラジエーターは、フッ化カリウム系フラックスにセシウム系フラックスを3%混合したフラックスの10%濃度液を塗布し、N<sub>2</sub>ガス中で表8の条件で加熱を行い、ろう付けした。材料および加熱条件の組合せを表8に示す。得られたラジエーターについて、外観観察によりフィンおよびチュ

ーブの潰れ具合、フィレットの形成について調査した。結果を表8に示す。また、きちんとろう付されていたラジエーターについてはその熱効率を調査した。熱効率は、JIS D 1618（自動車用冷房機試験方法）に準じて行い、それぞれ従来法によるラジエーターの熱効率に対する向上の割合を表8に記した。また、参考のためにチューブ材については、ろう付加熱後引張試験を行い強度を調べ、表8に併記した。

【0030】

【表7】

No.	ろう材合金組成 wt%				芯材合金組成 wt%									構 成
	Si	Cu	Zn	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Zr	Ti	Al	
フィン材	ろう材なし				0.2	0.6	0.1	1.1	—	1.2	—	0.01	残	ペア材
	ろう材なし				0.9	0.6	0.05	—	—	1.2	0.1	0.01	〃	
チューブ・ ヘッド材	10.0	0.5	3.0	残	1.5	0.6	1.6	1.1	—	—	—	0.20	〃	片面に10%のろう 片面に15%のAl-4Zn-1%Cu合金
	10.0	0.3	2.5	〃	1.8	0.6	1.2	1.1	—	—	—	0.20	〃	
	10.0	0.4	4.0	〃	1.4	0.6	0.5	—	0.15	—	—	0.20	〃	片面に10%のろう 片面に15%のAl-4Zn 合金
	9.8	—	—	〃	0.2	0.6	0.1	1.1	—	—	—	0.01	〃	
	9.8	—	—	〃	1.4	0.6	1.6	1.1	—	—	—	0.20	〃	片面に10%のろう 片面に15%のAl-4Zn 合金
	9.8	—	—	〃	1.4	0.6	1.6	1.1	—	—	—	0.20	〃	

【表8】

【0031】

	No.	組み合わせ		ろう付加熱 温度 ℃ (×5分)	潰れ 発生 箇所	ろう 付性	熱効率	ろう付加熱 後のチューブの 引張強さ MPa
		フィン材	チューブ・ ヘッダー材					
本発明 例	①	61	63	575	なし	良好	⑦より0.5%向上	260
	②	62	63	575	なし	良好	⑦より3.0%向上	260
	③	61	64	575	なし	良好	⑦より0.5%向上	250
	④	62	64	575	なし	良好	⑦より3.0%向上	250
	⑤	61	65	575	なし	良好	⑦より0.5%向上	200
	⑥	62	65	575	なし	良好	⑦より3.0%向上	200
従来例	⑦	61	66	600	なし	良好	標準	130
比較例	⑧	62	66	600	フィン	良好	⑦より1.5%低下	130
	⑨	61	67	600	チューブ	良好	測定不能	—

⑨のチューブはろう付加熱で溶融したため、熱効率測定と引張試験は実施できなかった。

【0032】表8から明らかなように本発明法によって製造されたラジエーターNo. ①～⑥は、フィンの潰れが生じることなく製造されており、高強度材の使用が可能であり、また従来法によるラジエーターNo. ⑦と比較して熱効率に優れており、ろう付性も良好である。

【0033】

【発明の効果】以上述べたように本発明のろう材を使用し、熱交換器を製造した場合、ろう付中のフィンの座屈が少なく、部材の熱伝導性および強度向上の効果があり、熱交換器の小型、軽量化が可能であり、工業上顕著な効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

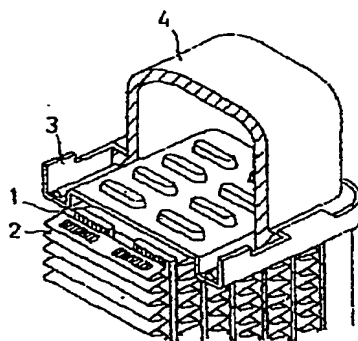
【図1】ラジエーターを示す一部断面の斜視図。

【図2】サーペントインタイプのコンデンサーを示す一部断面の斜視図。

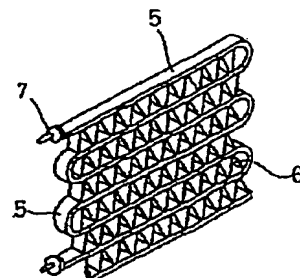
【符号の説明】

- 1 偏平チューブ
- 2 薄肉フィン
- 3 ヘッダー
- 4 タンク
- 5 管材
- 6 コルゲートフィン
- 7 コネクター

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 28 F 21/08

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**